

EPODOC / EPO

PN - JP5133841 A 19930528  
PD - 1993-05-28  
PR - JP19910300511 19911115  
OPD - 1991-11-15  
TI - MEASURING METHOD AND APPARATUS OF NOISE INDEX  
IN - SHIGEMATSU MASAYUKI  
PA - SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES  
IC - G01M11/00 ; G02F1/35  
PAJ / JPO

PN - JP5133841 A 19930528  
PD - 1993-05-28  
AP - JP19910300511 19911115  
IN - SHIGEMATSU MASAYUKI  
PA - SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
TI - MEASURING METHOD AND APPARATUS OF NOISE INDEX  
AB - PURPOSE: To obtain a measuring apparatus of a noise index  
which is correct and high in reproducibility.

- CONSTITUTION: The power  $P_{in}(\lambda)$  of a signal light to be input to a fiber-optic amplifier is detected by an analyzer, subjected to the interpolation in the vicinity of the central wavelength  $\lambda_0$ , whereby the background component  $P_{sin}(\lambda)$  forming the bottom part of the signal light is obtained. Then, the power  $P_{out}(\lambda)$  of the output light obtained by amplifying the signal light is detected by the analyzer, and the amplifying gain  $G$  is operated. Based on the  $P_{sin}(\lambda)$  and  $G$ , the component resulting from the background of the output light due to this  $P_{sin}(\lambda)$ , i.e.,  $P_{sout}(\lambda) = GP_{sin}(\lambda)$  is operated. The  $P_{sout}$  is subtracted from the power  $P_{out}$  of the output light detected by the analyzer. The spectrum of the difference is subjected to the interpolation at the part of the central wavelength of the signal light. Accordingly, only the power  $P_{ASE}$  (indicated by oblique lines) of the true noise light can be selected and measured.

I - G01M11/00 ; G02F1/35

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-133841

(43) 公開日 平成5年(1993)5月28日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 M 11/00	U	8204-2G		
G 0 2 F 1/35	5 0 1	7246-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-300511

(22) 出願日 平成3年(1991)11月15日

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 重松 昌行

神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電

気工業株式会社横浜製作所内

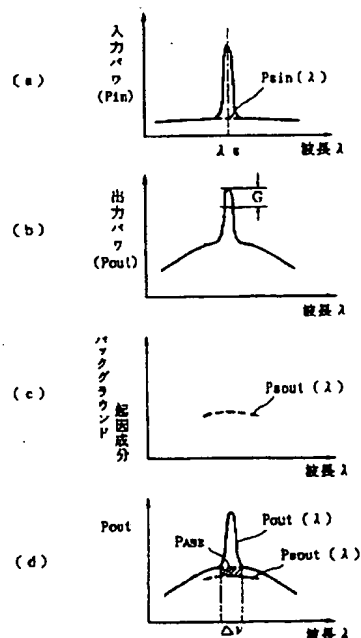
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 雑音指数の測定方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 正確で再現性の高い雑音指数の測定装置。

【構成】 光ファイバ増幅器に入力すべき信号光のパワ  $P_{in}(\lambda)$  をアナライザで検出し、中心波長  $\lambda_0$  付近で内挿して信号光の裾の部分形成するバックグラウンド成分  $P_{bg}(\lambda)$  を求め、信号光を増幅した出力光のパワ  $P_{out}(\lambda)$  をアナライザで検出し、増幅利得  $G$  を演算する。  $P_{bg}(\lambda)$  と  $G$  とに基づいて、この  $P_{bg}(\lambda)$  に起因する出力光のバックグラウンド起因成分  $P_{out, bg}(\lambda) = G P_{bg}(\lambda)$  を演算する。アナライザで検出した出力光のパワ  $P_{out}$  から  $P_{out, bg}$  を差し引き、この差のスペクトラムを信号光の中心波長の部分で内挿すれば、真の雑音光パワ  $P_{ASE}$  (斜線部分) のみを選択して測定することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ増幅器の利得を測定するための信号光のスペクトラムを測定して信号光の中心波長付近のバックグラウンド成分を決定する第1ステップと、信号光の入力に応じて前記光ファイバ増幅器が出力する出力光に基づいて信号光の増幅利得を決定する第2ステップと、

前記第1及び第2ステップで得られた前記バックグラウンド成分と前記増幅利得とに基づいて、該バックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算する第3ステップと、

信号光の入力に応じて前記光ファイバ増幅器が出力する出力光のスペクトラムを測定して前記第3ステップで演算された前記バックグラウンド起因成分との差のスペクトラムを求める第4ステップと、

を備える光ファイバ増幅器の雑音指数の測定方法。

【請求項2】 光ファイバ増幅器の利得を測定するための信号光を発生する信号光源と、前記信号光源の発生した信号光のスペクトラムと信号光の入力に応じて前記光ファイバ増幅器が出力する出力光のスペクトラムとを測定するスペクトラム測定手段と、前記スペクトラム測定手段の測定した信号光のスペクトラムに基づいて信号光の中心波長付近のバックグラウンド成分を決定し、前記スペクトラム測定手段の測定した出力光のスペクトラムに基づいて信号光の増幅利得を決定し、前記バックグラウンド成分と前記増幅利得とに基づいて該バックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算し、前記バックグラウンド起因成分と前記増幅利得とに基づいて信号光の増幅利得を決定するスペクトラム測定手段と、を備える光ファイバ増幅器の雑音指数の測定装置。

\* づいて該バックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算し、前記スペクトラム測定手段の測定した出力光のスペクトラムと前記バックグラウンド起因成分との差のスペクトラムを求めるスペクトラム解析演算手段と、を備える光ファイバ増幅器の雑音指数の測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、Er等の希土類元素を添加した光ファイバ増幅器の雑音指数の測定方法とその測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図1および図2は、光ファイバ増幅器の雑音指数の従来型の測定方法を示す。図1は光学的測定方法を示したもので、図2は電気的測定方法を示したものである。

【0003】 図1(a)に示したように光学的測定方法の場合、市販の信号光源からの信号光を光ファイバ増幅器で増幅し、その出力光を光スペクトラムアナライザで測定する。この結果、光源の波長 $\lambda = c/\nu$ 、光ファイバ増幅器の利得G、特定分解能 $\Delta\nu$ での雑音光パワー $P_{ASE}$ 等が測定される。これらの値から雑音指数(NF)が以下の式で与えられる。

【0004】

【数1】

$$NF = \frac{P_{ASE}}{h\nu\Delta\nu(G-1)}$$

【0005】 なお図1(b)は、光ファイバ増幅器の出力光の波長依存性を光スペクトラムアナライザで測定した結果を示すグラフである。上記の雑音光パワー $P_{ASE}$ は、グラフ中の斜線部分の面積を求めることにより行う。

【0006】 図2の電気的測定方法の場合、光ファイバ増幅器の出力光を受光器で検出し、これを電気アンプで増幅してスペクトラムアナライザで測定する。NF値は以下の式で与えられる。

【0007】

【数2】

$$NF = \frac{\langle i_{s-sp}^2 \rangle}{2\eta e(G-1)i_s}$$

【0008】 以上説明した雑音指数の測定方法は、例えば「応用物理、第59巻、第9号、1185～1187頁、『Erドープ光ファイバによる光増幅とその応用』、中沢、[C.R.GILES et al., "Noise Performance of Erbium-Doped Fiber Amplifier . . .", IEEE

PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, VOL.1, p.367, NOVEMBER 1989]等に記載されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、光学的測定方法では、光ファイバ増幅器に入力される信号光パワーが大きくなると、雑音光(ASE; amplified spontaneous emission)が抑圧されて減少する。この結果、光スペクトラムアナライザで測定された波長依存性のグラフ上のノイズ・フロアがASEによるものなのか、光源が発生する信号光の裾部分に起因するものかが判然としなくなる。通常は信号光の裾部分も含めて雑音光パワーとして測定してしまっているため、NF値が大きめ(悪い方)に計算されてしまっていた。

【0010】 一方、電気的測定方法では、受光器、電気アンプ等に低雑音のものを使用しなければならない。また、光ファイバ増幅器を含む光学系に反射等が存在すると、検出出力が不安定となり、NF値の測定が困難となるといった問題もあった。

【0011】 そこで、本発明は、正確で再現性の高い雑音指数の測定方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係る雑音指数の測定方法は、(a) 光ファイバ増幅器の利得を測定するための信号光のスペクトラムを測定して信号光の中心波長付近のバックグラウンド成分を決定する第1ステップと、(b) 信号光の入力に応じて光ファイバ増幅器が出力する出力光に基づいて信号光の増幅利得を決定する第2ステップと、(c) 第1及び第2ステップで得られたバックグラウンド成分と増幅利得とに基づいて、このバックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算する第3ステップと、(d) 信号光の入力に応じて光ファイバ増幅器が出力する出力光のスペクトラムを測定して第3ステップで演算されたバックグラウンド起因成分との差を求める第4ステップとを備えることとしている。

【0013】また、本発明に係る雑音指数の測定装置は、(a) 光ファイバ増幅器の利得を測定するための信号光を発生する信号光源と、(b) 信号光源の発生した信号光のスペクトラムと信号光の入力に応じて光ファイバ増幅器が出力する出力光のスペクトラムとを測定するスペクトラム測定手段と、(c) スペクトラム測定手段の測定した信号光のスペクトラムに基づいて信号光の中心波長付近のバックグラウンド成分を決定し、スペクトラム測定手段の測定した出力光のスペクトラムに基づいて信号光の増幅利得を決定し、得られたバックグラウンド成分と得られた増幅利得とに基づいてこのバックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算し、スペクトラム測定手段の測定した出力光のスペクトラムとバックグラウンド起因成分との差を求めるスペクトラム解析演算手段とを備えることとしている。

【0014】

【作用】上記の雑音指数の測定方法および測定装置では、信号光と出力光のスペクトラムを測定して得られたバックグラウンド成分と増幅利得に基づいて、このバックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分を演算し、このバックグラウンド起因成分と出力光のスペクトラムとの差を求める。得られた差のスペクトラムは、バックグラウンド成分を除いた信号光を出力光のASEの成分にのせたものとなっている。したがって、この差のスペクトラムを信号光の中心波長の部分で内挿すれば、ASEのスペクトラムのみを選択して測定することができる。この測定結果を利用すれば、信号光の裾部分を除去した状態でより正確にASEのパワーを決定することができ、正確で再現性の良いNF値を与えることができる。

【0015】

【実施例】以下本発明の実施例について図面を参照しつつ簡単に説明する。

【0016】図3は、本発明の実施例に係る雑音指数の

測定装置の構成を示した図である。信号光源2からの信号光は、光ファイバを介して光ファイバ増幅器4に入力される。この光ファイバ増幅器4は、希土類元素をドープした光ファイバ、励起光を発生するポンピング光源等からなる。光ファイバ増幅器4で増幅された出力光は、光ファイバを伝送して光スペクトラムアナライザ6で検出される。この光スペクトラムアナライザ6では光ファイバ増幅器4の出力光パワーの波長依存性等が測定される。上記の信号光源2は、制御装置8によってその信号光の発生タイミング、波形等を制御される。光スペクトラムアナライザ6で検出された光ファイバ増幅器4の出力光に関するデータは、演算装置10で処理される。つまり、信号光の中心波長 $\lambda$ 、光ファイバ増幅器の利得G、特定分解能 $\Delta\lambda$ での雑音光パワー $P_{ASE}$ 等の諸データの解析に基づいて、雑音指数、すなわちNF値が算出される。

【0017】図4に基づいて図3の測定装置の動作を簡単に説明する。

【0018】図4(a)は第1の演算手順を示す。光ファイバ増幅器4を介在させないで、光ファイバ増幅器4に入力すべき信号光のパワー $P_{in}$ 、(λ)のスペクトラムを光スペクトラムアナライザ10で検出する。信号光のスペクトラムをその中心波長 $\lambda$ 、付近で内挿して信号光の裾部分を形成するバックグラウンド成分 $P_{BG}$ 、(λ)を求め、演算装置10に記憶させる。

【0019】図4(b)は第2の演算手順を示す。図3のように光ファイバ増幅器4を介在させて、信号光源2からの信号光を増幅した出力光のパワー $P_{out}$ 、(λ)のスペクトラムを光スペクトラムアナライザ10で検出する。パワー $P_{in}$ のピーク値とパワー $P_{out}$ のピーク値の比較から光ファイバ増幅器4の増幅利得Gを演算し、演算装置10に記憶させる。

【0020】図4(c)は第3の演算手順を示す。バックグラウンド成分 $P_{BG}$ 、(λ)と増幅利得Gとに基づいて、このバックグラウンド成分に起因する出力光のバックグラウンド起因成分 $P_{BG,1}$ 、(λ) = G $P_{BG}$ 、(λ)を演算し、演算装置10に記憶させる。波長範囲が比較的広い場合には第2の手段でGの波長依存性G(λ)を測定しておけばより正確である。

【0021】図4(d)は第4の演算手順を示す。光スペクトラムアナライザ10で検出した出力光のパワー $P_{out}$ のスペクトラムから第3の演算手順で記憶したバックグラウンド起因成分 $P_{BG,1}$ を差し引き、この差のスペクトラムを信号光の中心波長の部分で内挿すれば、点の雑音光パワー $P_{ASE}$ （斜線部分に対応）のみを選択して測定することができる。

【0022】最後の演算手順では、雑音光パワー $P_{ASE}$ 、中心波長 $\lambda$ 、増幅利得G等に基づいて数式1から雑音指数NFを計算する。この雑音指数NFは、信号光の裾部分を除去した値で、より正確で再現性の良いものとな

(4)

6

5

っている。

【0023】本発明は上記実施例に限定されるものではない。例えば、演算装置14を組み込んだタイプの光スペクトラムアナライザを使用することができる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る雑音指数の測定方法および測定装置によれば、バックグラウンド起因成分と出力光のスペクトラムとの差を求めることによって得られた差のスペクトラムがバックグラウンド成分を除いた信号光を出力光のASEの成分にのせたものとなっている。したがって、差のスペクトラムを信号光の中心波長の部分で内挿すれば、ASEのスペクトラムのみを選択して測定することができる。この測定結果を利用すれば、信号光の裾部分を除去した状態でより

正確にASEのパワーを決定することができ、正確で再現性の良いNF値を与えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバ増幅器の雑音指数の従来型の測定方法の一例を示す図である。

【図2】光ファイバ増幅器の雑音指数の従来型の測定方法の別の例を示す図である。

【図3】実施例の雑音指数の測定装置の構成を示した図である。

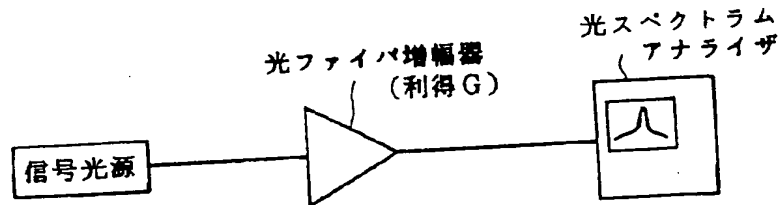
10 【図4】図3の測定装置における処理手順を説明した図である。

【符号の説明】

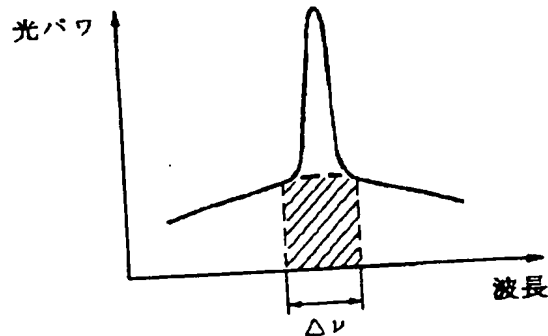
2…信号光源、4…光ファイバ増幅器、6、10…解析手段

【図1】

(a)

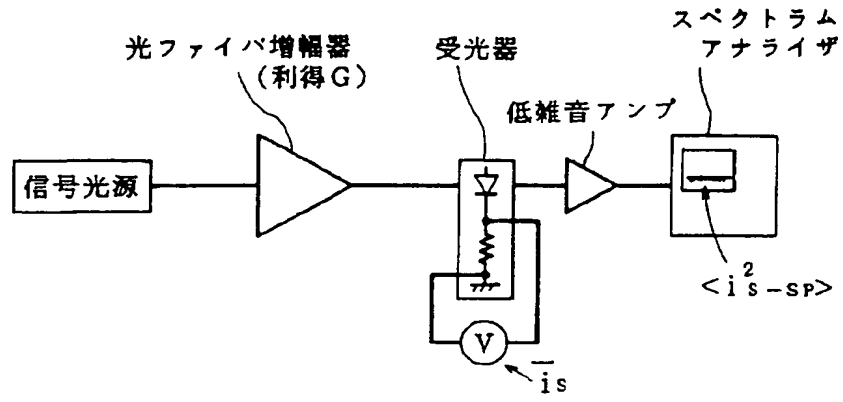


(b)



従来技術(1)

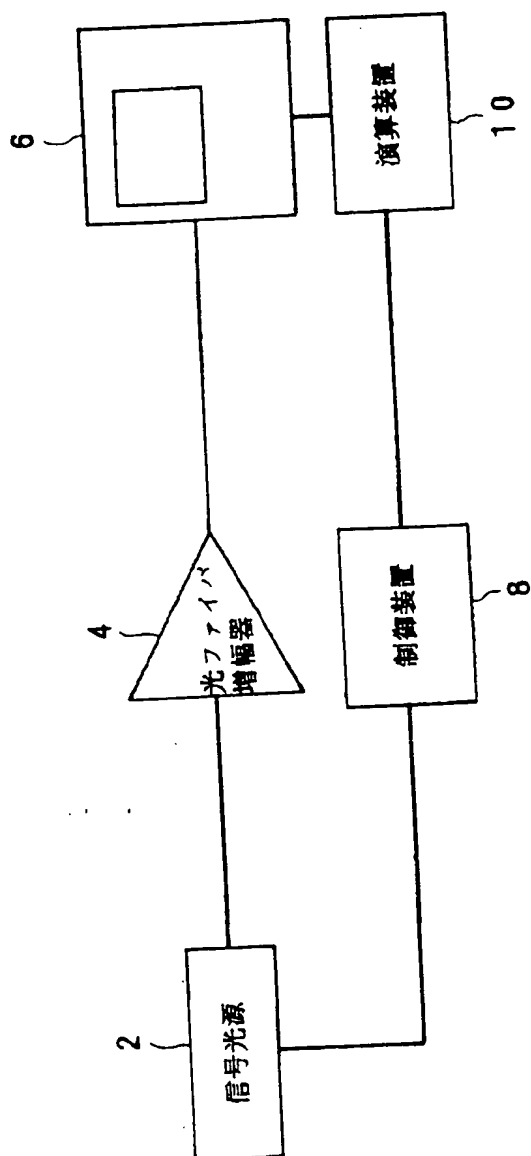
【図2】



従来技術(2)

(6)

【図3】



実施例の測定装置

【図4】

